

# Hecken in Flurbereinigungsgebieten als Inselbiotope

Beatrix Spreier

## 1. Einleitung und Problematik

Hecken können als Inseln innerhalb von Flurbereinigungsgebieten verstanden werden. Eine Inselnlage entsteht immer dort, wo Tiere durch die Lebensfeindlichkeit des Umfeldes in ihrem Lebensraum eingeschlossen werden und das Überwechsellern in einen geeigneten benachbarten Lebensraum erschwert oder gar unmöglich ist.

Hecken sind Saumbiozönosen mit Waldcharakter (BALOGH 1958). Diese Ökotope, Übergangszonen, weisen gegenüber den sie umgebenden Feld- oder Grasfluren ein eigenes Mikroklima und auch einen eigenen Tier- und Pflanzenbestand auf. Bei genügend dicht und breit angelegten Hecken treten am Rand große Unterschiede in Temperatur, Feuchtigkeit und Lichtverhältnissen auf, während im Inneren ein ausgeglichenes – waldähnliches – Mikroklima herrscht. Durch diese unterschiedlichen Bedingungen können Hecken von Wiesen-, Feld- und Waldelementen besiedelt werden. Den größten Anteil nimmt die Waldfauna ein, danach kommen eurytope Arten und den geringsten Anteil stellen schließlich die Feldarten (THIELE 1964 b, TISCHLER 1948, 1950, 1980).

Da Heckenanpflanzungen als linienartige, kleinflächige Landschaftsstrukturen verstreut in der produktionsorientierten Agrarlandschaft liegen, stellt sich die Frage, ob sie ihrer Funktion als selbständige Biotope mit einer reichhaltigen Biozönose noch gerecht werden, oder ob durch Kulturmaßnahmen ihre charakteristische Fauna durch kulturbegünstigte Arten verdrängt wurde. Betroffen wären in diesem Fall besonders die wald- und feuchtigkeitsliebenden Arten, die auf den Feldern keine Lebensbedingungen finden können.

In der vorliegenden Arbeit wurden 2 verschiedene Arten von Hecken untersucht:

1. alte Hecken, die während der Flurbereinigung nicht beseitigt wurden,
2. neue Hecken, die während der Flurbereinigungsmaßnahmen angelegt wurden.

Diese anthropogenen Neuanpflanzungen werden üblicherweise auf Restflächen angepflanzt, wie z. B. an Wegrändern oder auf Flächen, die für die Feldbearbeitung nicht rentabel sind. Sie stehen daher oft ohne Verbindung zu anderen naturnahen Biotopen.

Folgende Fragen standen bei der Untersuchung im Vordergrund:

- Wie setzt sich die Fauna der alten und neuen Hecken qualitativ und quantitativ zusammen?
- Welche Faktoren beschleunigen bzw. hemmen eine Besiedlung?
- Können die neuen und alten Hecken die Funktion von Inselbiotopen in der Agrarlandschaft wahrnehmen?

## 2. Material und Methoden

Die vorliegende Untersuchung wurde im Kraichgau, einem Gebiet südöstlich von Heidelberg, durchgeführt, der aufgrund seines fruchtbaren Lössbodens landwirtschaftlich intensiv genutzt wird. Realerbteilungen machten gravierende Flurbereinigungsmaßnahmen notwendig, um die Feldgröße maschinengerechter zu gestalten. Die Gebiete, die so entstanden sind, weisen großflächige Monokulturen und nur wenige Strukturelemente auf. Folgende Gemarkungen wurden für die Untersuchung gewählt, um unterschiedlich alte Heckenanpflanzungen zu erfassen:

- Kirchardt (K) (Heckenanpflanzung 1972/73, Zuteilung 1972)
- Berwangen (B) (Heckenanpflanzung 1974, Zuteilung 1972)
- Hilsbach (H) (Heckenanpflanzung 1974/75, Zuteilung 1978)
- Grombach (G) (Heckenanpflanzung 1975, Zuteilung 1972)
- Rohrbach (R) (Heckenanpflanzung 1978/79, nicht flurbereinigt)

In den 5 Gemarkungen wurden jeweils eine neue Hecke (nH) und eine alte Hecke (aH) vergleichend untersucht. Zusätzlich wurden noch ein Waldstück und die angrenzenden Flächen in die Untersuchungen mit einbezogen.

Mittels Barberfallen, die mit Äthylenglykol als Fangflüssigkeit versehen waren, wurde die Artenzusammensetzung der einzelnen Anpflanzungen erfaßt.

Im folgenden soll die Bedeutung der Hecken als Habitatinseln am Beispiel der Carabiden dargestellt werden.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Artenspektrum

In Übersicht 1 sind die gefundenen Carabidenarten nach ihrem Verbreitungsschwerpunkt, ihrer Aktivitätsdominanz sowie ökologischer Zuordnung tabellarisch zusammengestellt. Die Untersuchungsgebiete sind zu den Einheiten Wald (W), alte Hecke (aH), neue Hecke (nH) und Feld (F) zusammengefaßt. Der Wald mit seinen wenigen Fallen dient nur als Vergleich und bildet daher mit der alten Hecke eine Verbreitungseinheit.

Die Habitatpräferenzen der Carabiden sind von mehreren Autoren beschrieben worden (BAEHR 1980, GEILER 1964, LAUTERBACH 1964, THIELE 1977, TIETZE 1973, 1974, TISCHLER 1958). Nach Vergleich dieser Literatur wurden die Laufkäfer in Arten der

**Übersicht 1****Eudominante xxxx, dominante xxx, subdominante xx und rezessive x Laufkäferarten der Untersuchungseinheiten W, aH, nH und F.**

	W	aH	nH	F	Habitatpräferenz	flf.	k.
<i>C. coriaceus</i> L.	x	xx			W, e		
<i>C. nemoralis</i> MÜLLER	xxxx	x			W, F, P, e		+
<i>C. problematicus</i> HERBST	xx	x			W		
<i>L. ferrugineus</i> (L.)		xx	x		F, W, e		
<i>Ne. brevicollis</i> (FAB.)		xxxx	xx	xx	W, F, G, P, e	+	+
<i>No. biguttatus</i> (FAB.)		x			W, F, e	+/-	
<i>T. quadristriatus</i> (SCHR.)	x	xxxx	xxx	xxx	F, W, e	+	
<i>St. pumicatus</i> (PAN.)		xx	x		F, W, e		
<i>Ab. parallelepipedus</i> (PILL. & MITT.)	xxxx	xxxx	xx		W, e		
<i>Ab. parallelus</i> (DFTSCH.)	xx				W, s		
<i>Am. ovata</i> (FAB.)		xxx			F, O	(+)	+
<i>Am. aenea</i> (DEGEER)		x			F, O, s	+	
<i>C. monilis</i> FAB.			x		F, W		
<i>Bem. obtusum</i> SER.			x		F	+/-	
<i>H. rufipes</i> (DEGEER)			xx	x	F	+	
<i>H. aeneus</i> (FAB.)			xx		F, O, e	+	+
<i>Pt. niger</i> (SCHAL.)	xxx		xx	x	W, G, P, F, e	+	+
<i>Pl. dorsalis</i> (PONT.)		xxxx	xxxx	xxxx	F	(+)	
<i>C. violaceus</i> L.		xx	x	xx	W, F, P, e		+
<i>C. auratus</i> L.				x	F, e		
<i>C. cancellatus</i> ILL.	xxxx	xx	xx	xxxx	F, e		
<i>C. granulatus</i> L.			x	xx	F, W, e	+/-	+
<i>Bem. lampros</i> (HERBST)			xx	xx	F, e	+/-	+
<i>Bem. quadrimaculatus</i> (L.)				xx	F, O, U	+	
<i>Poe. cupreus</i> (L.)	x		x	xxx	F, O, U	(+)	+
<i>Pt. melanarius</i> (ILL.)	xx	xx	xxxx	xxxx	F, e		+
<i>Cal. fuscipes</i> (GOE.)		xx		xx	F, e		+
<i>Ag. mülleri</i> (HERBST)				x	F, G, U	+	
<i>Br. explodens</i> (DFTSCH.)				xx	F	(+)	

In der Spalte Habitatpräferenz bedeuten:

W = Waldart, F = Feldart, O = Art der offenen Landschaft, P = Park, G = Gärten, U = Ufer, e = eurytop, s = stenotop

In der Spalte flf. (flugfähig) bedeuten:

+ = flugfähig, (+) = Flügel ausgebildet, keine Flugbeobachtung, +/- = Flügeldimorphismus

k. = kulturbegünstigte Art

Umrandung = Verbreitungsschwerpunkt

offenen Landschaft und Wald- bzw. Waldrandarten geordnet. Subrezedente Arten (< 0,5 %) blieben unberücksichtigt.

In den *alten Hecken* kommen 54 Arten (davon 16 Wald- und 38 Feldarten) mit 38 Individuen/Fälle vor. Neben den euryöken und eudominanten Waldarten *Ne. brevicollis* (11,5 %) und *Ab. parallelepipedus* (19,07 %), haben die beiden Feldarten *T. quadristriatus* (16,89 %, eudominant) und *Am. ovata* (6,99 %, dominant) hier ihren Verbreitungsschwerpunkt (VS). Auch *Pl. dorsalis* (20,52 %) zählt zu den eudominanten Arten. Diese Feldart hat ihren VS jedoch in der neuen Hecke.

Im *Wald* kommen 14 Arten, davon 10 Wald- und 4 Feldarten, vor. Die mittlere Aktivitätsdichte beträgt 43 Individuen/Fälle. Eudominante und dominante Waldarten sind *Ab. parallelepipedus* (49,77 %), *C. nemoralis* (11,87 %) und *Pt. niger* (6,39 %). Die eurytope Feldart *C. cancellatus* ist hier mit 20,09 % vertreten, subdominant und rezedent sind die anderen 3 Feldarten *Pt. melanarius* (1,83 %), *T. quadristriatus* (0,91 %) und *Poe. cupreus* (0,91 %).

In den *neuen Hecken* liegt die Artenzahl bei 66 und die Aktivitätsdichte der Individuen/Fälle bei 64. Hier sind 14 Wald- und 52 Feldarten vertreten. Eudominant und mit VS in diesem Gebiet ist die Feldart *Pl. dorsalis* (30,98 %), während die eurytope Feldart *Pt. melanarius* (30,59 %) ihren VS im Feld hat.

Die *Felder* weisen mit 50 Arten die geringste Artenzahl, aber mit 167 Individuen/Fälle die höchste Aktivitätsdichte auf. Hier sind nur 8 Waldarten gefunden worden. VS haben die eudominanten und dominanten Feldarten *C. cancellatus* (15,22 %), *Pt. melanarius* (33,03 %) und *Poe. cupreus* (5,34 %).

In W und aH haben hauptsächlich Arten mit Habitatpräferenz Wald bzw. Waldrand ihren Verbreitungsschwerpunkt, während in nH und F Tiere der offenen Landschaft anzutreffen sind. Die Waldarten, die W und aH bewohnen, sind alle euryök, d. h. sie reagieren auf abiotische Faktoren plastisch (THIELE 1964). *C. problematicus* wird zu diesen Arten gerechnet, da er – wie NEUMANN (1971) zeigen konnte – als wanderungsfreudige Art gilt, die auch junge forstliche Rekultivierungen besiedeln kann. *Ab. parallelus* gilt als typischer Waldbewohner (BECKER 1975, NEUMANN 1971, THIELE 1956 und 1964). Er wurde in der vorliegenden Untersuchung auch vorwiegend im Wald gefunden und als subrezedente Art in aH (vgl. Übersicht 1). *T. quadristriatus* und *L. ferrugineus* gelten zwar als Feldarten, besiedeln aber neben der Kulturlandschaft auch gerne Waldländer (BECKER 1975, THIELE 1964, TISCHLER 1948 und 1958). Die phytophagen *Amara*-Arten sind Tiere der offenen Landschaft. Da sie jedoch flugaktiv sind und ihre Nahrung wahrscheinlich schon im Flug ausmachen, können

sie sehr unregelmäßig auftreten (PAUER 1975).

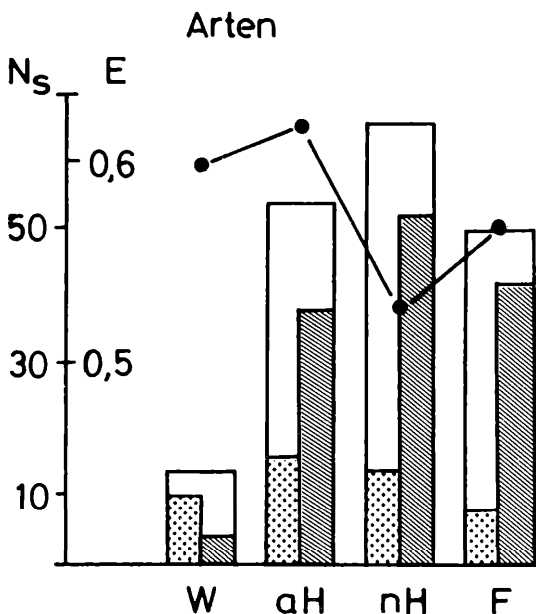
Im Bereich nH haben Feldbewohner ihren VS. Pt. niger fällt hier als eine Art auf, deren Habitatpräferenz nicht genau einzustufen ist. Auch in der Literatur gibt es über diese Art unterschiedliche Angaben. LINDROTH (1949), THIELE (1964) und THIELE & KOLBE (1962) bezeichnen sie als typischen Waldbewohner, während andere Autoren Pt. niger mehr zu den Arten der offenen Landschaft bzw. zu den Ubiquisten stellen (BAEHR 1980, MADER 1979, NEUMANN 1971, TISCHLER 1948 und 1958).

*C. violaceus* gilt zwar als eurytopye Waldart (LINDROTH 1949), hat aber in der vorliegenden Untersuchung ihren VS im Feld. Wie auch in anderen Untersuchungen nachgewiesen wurde, scheint diese Art mehr den Waldrandbereich und die offene Landschaft zu bevorzugen (BAEHR 1980, MADER 1979, MADER & MÜHLENBERG 1981).

### 3.2 Diversität und Evenness

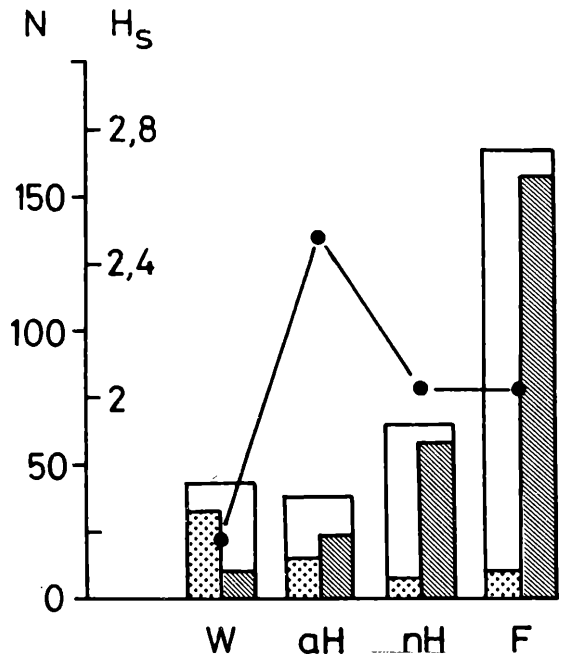
Der Diversitätsindex ( $H_s$ ) wurde nach SHANNON & WEAVER (1948) berechnet. Evennesswerte ( $E = H_s/H_{max}$ ) und Diversitätswerte sind in Abb. 1 und 2 dargestellt.

Der Vergleich der Hecken mit den anderen Untersuchungsflächen zeigt, daß die alten Hecken (aH) die höchsten  $H_s$ - und E-Werte aufweisen, was auf eine höhere Artendiversität hinweist. Die Werte der neuen Hecken (nH) liegen niedriger und kommen denen der Felder nahe. In beiden Gebieten aH und nH ist der Anteil derjenigen Arten, die aus den Randbiotopen mit offener Bepflanzung eingedrungen sind, höher als der der Waldelemente. In nH ist das



**Abbildung 1**  
Gesamtzahl der Laufkäferarten ( $N_s$ ) der 4 Untersuchungseinheiten.  
weiß = Gesamtzahl, punktiert = Waldarten, schraffiert = Feldarten. Durchgehende Linie = Evenness (E).

### Individuen / Falle



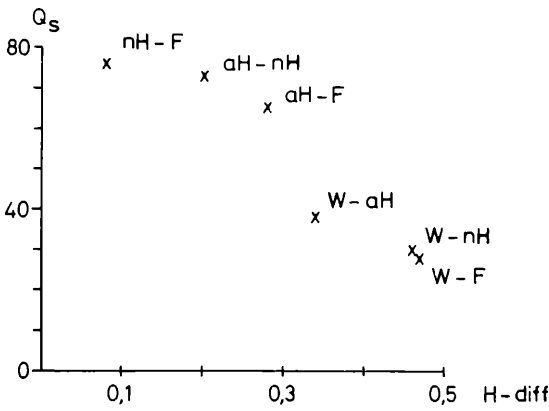
**Abbildung 2**

Gesamtzahl der Laufkäferindividuen (N/Falle) der 4 Untersuchungseinheiten.  
weiß = Gesamtzahl, punktiert = Waldarten, schraffiert = Feldarten. Durchgehende Linie = Artendiversität ( $H_s$ ).

Verhältnis der Artenzahlen von Wald- und Feldfauna 1:4, während es in aH nur 1:2 beträgt. Die Individuenzahlen von Wald- und Feldfauna verhalten sich in nH 1:9,7, in aH dagegen 1:1,7. Vor allem Untersuchungen von THIELE (1964 a und b, 1968) und TISCHLER (1950, 1958) zeigen, daß eurytopye Walddiere den Grundstock der Heckenfauna bilden. Für die hier untersuchten Heckentypen, aH und nH, kann dies nicht bestätigt werden. Das Gleichgewicht hat sich von den Waldelementen zugunsten der Feld- und Wiesenarten bzw. Allerweltsarten verschoben. Für die Organismen mit Habitatpräferenz Wald bzw. Waldrand, die auf den Agrarflächen keine Lebensmöglichkeiten mehr finden können, sind demnach die Bedingungen in den Hecken auch nicht optimal.

### 3.3 Ähnlichkeitsquotienten

Um den Verwandtschaftsgrad der Untersuchungsflächen zu erhalten, wurden der Quotient of similarity ( $Q_s$ ) nach SORESENSEN (1948) und die H-diff-Werte nach MACARTHUR (1965) berechnet (Abb.3). Niedrige  $Q_s$ - und hohe H-diff-Werte zeigen geringe Übereinstimmung in der Artenzusammensetzung an. Der Kurvenverlauf macht noch einmal deutlich, wie sehr die Hecken von Feld- und Wiesen-elementen besiedelt sind. Es besteht eine enge Beziehung zu den Feldern, wobei jedoch die Fauna der neuen Hecken der der Felder ähnlicher ist, als die der alten Hecken. Eine geringfügige Ähnlichkeit mit dem Wald ist nur bei den



**Abbildung 3**

**Faunenähnlichkeit der Carabiden, dargestellt durch den Quotient of similarity ( $Q_s$ ) und den  $H$ -diff.**  
 Es bedeutet: nH = neue Hecke, aH = alte Hecke, F = Feld, W = Wald.

Auch in den untersuchten Neuanpflanzungen kann eine solche Tendenz festgestellt werden. (Abb. 4). Die jüngste Anpflanzung in Rohrbach (R) spiegelt mit ihrer Käferfauna deutlich den Charakter eines relativ offenen Geländes wieder. In den älteren Hecken kann man eine Zunahme der Waldfauna feststellen.

Die Sukzession, d. h. die zeitliche Aufeinanderfolge von Organismengemeinschaften, ist vorangeschritten, da die Pflanzendecke geschlossener ist und das Mikroklima sich folglich auch geändert hat. Auffallend ist der zahlenmäßige Unterschied der Waldindividuen der neuen Hecken von Rohrbach (R) und Berwangen (B). Obwohl B nH 4–5 Jahre älter ist, weist sie weniger Waldindividuen auf als R nH. Dieser Vergleich macht deutlich, daß der Faunenbestand sicherlich nicht allein vom Alter abhängig ist, sondern daß auch noch andere Faktoren eine entscheidende Rolle spielen müssen.

alten Hecken zu erkennen. In den neuen Heckenanpflanzungen treten die Arten der offenen Landschaft so sehr in den Vordergrund, daß eine Faunenverwandtschaft mit dem Wald nicht festzustellen ist.

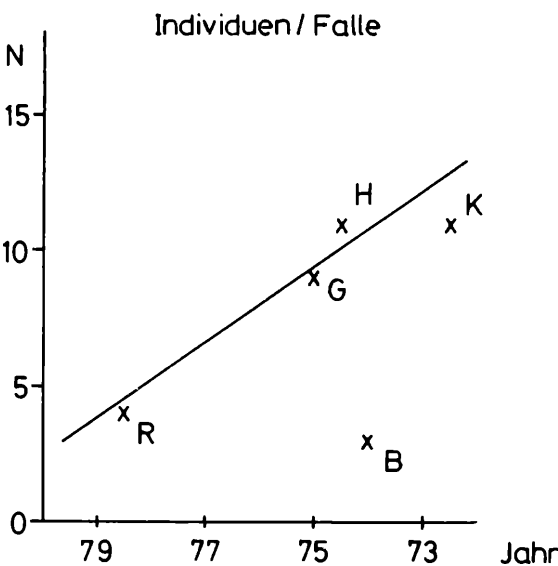
### 3.4 Faktoren, die die Besiedlung und die Artenzusammensetzung beeinflussen

#### 3.4.1 Alter

Das Alter von Anpflanzungen spielt für die faunistische Zusammensetzung von Hecken eine entscheidende Rolle. Mit dem Heranwachsen der Pflanzen ändern sich die abiotischen Bedingungen, wodurch außer den Organismen der offenen Kulturlandschaft auch solche Tiere Lebensmöglichkeiten finden können, die an Wald und Waldränder angepaßt sind.

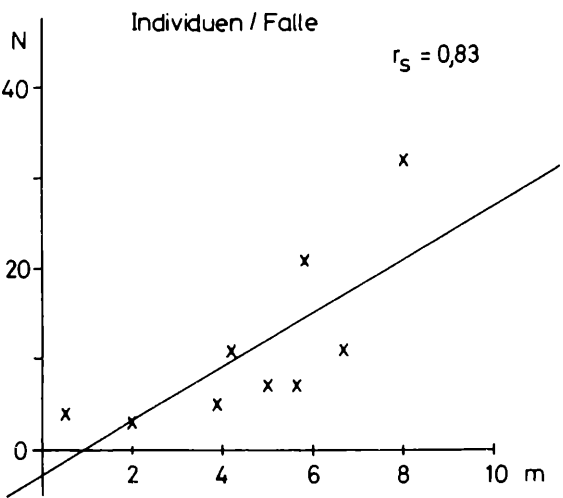
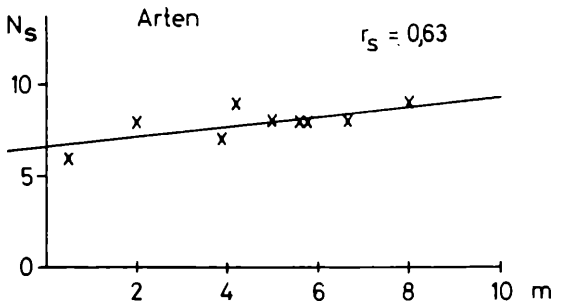
#### 3.4.2 Heckenbreite

In den Abb. 5 und 7 wird der Einfluß der Heckenbreite auf den Tierbestand deutlich. Mit zunehmender Breite werden die Hecken immer mehr von Waldarten besiedelt und bieten dann Wald- und Feldarten gleichermaßen Lebensmöglichkeiten, während sich bei geringerer Breite das Gleichgewicht zugunsten der Feldarten verschiebt. Die neuen Hecken, die eine



**Abbildung 4**

**Gesamtzahl der Laufkäfer – Waldindividuen/Falle (N), aufgetragen nach dem Jahr der Anpflanzung der neuen Hecken.**



**Abbildung 5**

**Gesamtwaldartenzahl ( $N_s$ ) und Gesamtzahl der Waldindividuen (N/Falle) der Laufkäfer, aufgetragen nach der Heckenbreite.**

Graphische Darstellung der Regressionsgeraden.  
 $r_s$  = Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman.

Breite von 0,5–2 Meter besitzen, werden bis auf wenige Individuen zu 96–98 % von Feldarten besiedelt.

Die positive Korrelation zwischen der Anzahl der Waldarten bzw. Waldindividuen von Laufkäfern und der Heckenbreite wird auch durch den Rangkorrelationskoeffizienten  $r_s$  nach Spearman (vgl. MÜHLENBERG 1976, LINDNER/BERCHTOLD 1979) bestätigt. Besonders wirkt sich die Breite auf die Zahl der Waldindividuen aus ( $r_s = 0,83$ ; Signifikanzniveau  $\alpha < 0,005$ , Regressionsgerade  $y = 3,02x - 2,82$ ), während die Anzahl der Waldarten nur schwach korreliert ist ( $r_s = 0,63$  mit  $\alpha < 0,05$ ; Regressionsgerade  $y = 0,28x + 6,6$ ).

Ebenso bestätigt sich bei den Feldarten bzw. Feldindividuen ein linearer Zusammenhang mit der Heckenbreite, wobei allerdings in diesem Fall mit zunehmender Breite die Anzahl von Arten und Individuen abnimmt. Die Heckenbreite wirkt sich besonders auf die Anzahl der Feldarten aus ( $r_s = -0,82$  mit  $\alpha < 0,005$ ; Regressionsgerade  $y = -2,42x + 32,34$ ), während die Feldindividuen weniger stark beeinflusst werden ( $r_s = -0,67$  mit  $\alpha < 0,05$ ; Regressionsgerade  $y = -15,39x + 120,29$ ).

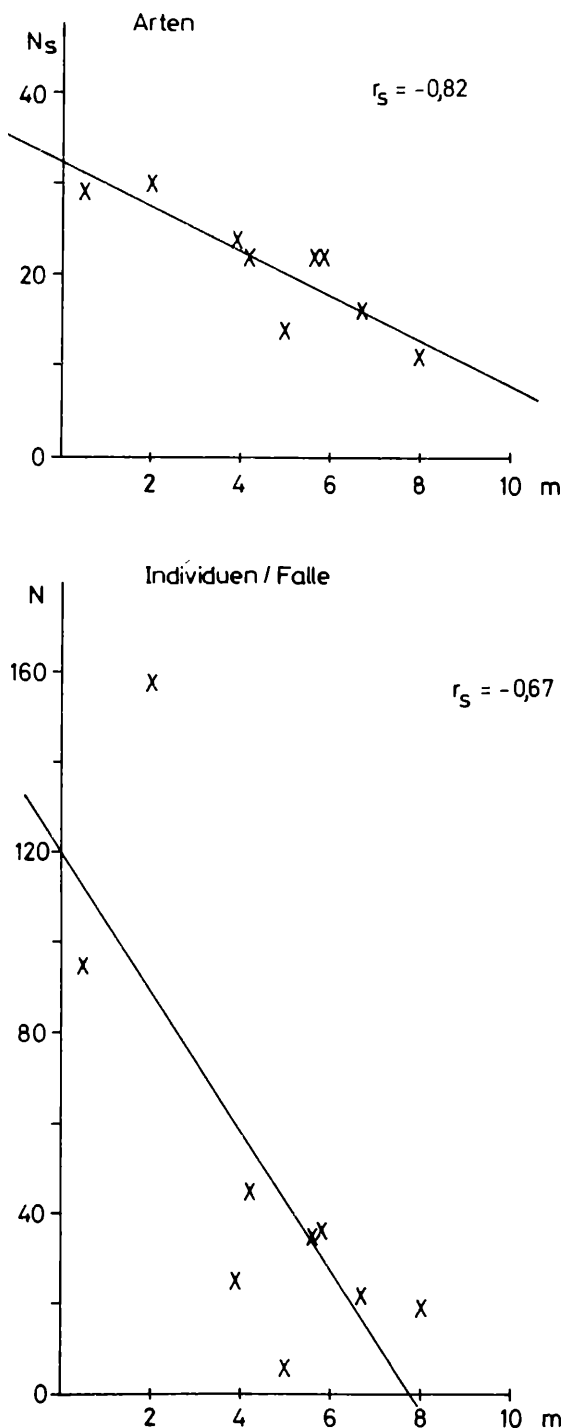
### 3.4.3 Mikroklima

Laborversuche mit verschiedenen Wald- und Feldcarabiden haben gezeigt, daß gerade die Feuchtigkeit bei der Habitatbindung von Carabiden eine entscheidende Rolle spielt (THIELE 1964 b, 1969, 1973, THIELE & LEHMANN 1967, THIELE & WEBER 1968). Abb. 7, in der die Hecken nach der Höhe der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit (r-Lf) und deren Schwankungsbreite angeordnet sind, verdeutlicht dieses. Mit abnehmender r-Lf und zunehmender Schwankungsbreite nimmt die Artenzahl durch das vermehrte Auftreten der Feldbewohner zu. In gleicher Weise verringert sich die Individuenzahl der Waldbewohner, während die der Feldtiere besonders bei einer Schwankungsbreite  $> 40\%$  sprunghaft zunimmt. Die Korrelation zwischen Laufkäfer und Luftfeuchtigkeit ergibt folgende Werte:

Waldarten  $r_s = 0,75$ ,  $\alpha < 0,025$ ,  
 Waldindividuen  $r_s = 0,85$ ,  $\alpha < 0,005$ ,  
 Feldarten  $r_s = 0,75$ ,  $\alpha < 0,025$ ,  
 Feldindividuen  $r_s = -0,53$ ,  $\alpha < 0,1$

Berücksichtigt man die Breite der Hecken, so sieht man, daß die r-Lf mit der Heckenbreite sinkt.

Der Rangkorrelationskoeffizient  $r_s$  nach Spearman bestätigt diesen positiven Zusammenhang zwischen Breite und r-Lf ( $r_s = 0,77$ ,  $\alpha < 0,01$ ) und den negativen zwischen Breite und den Schwankungen der r-Lf ( $r_s = -0,64$ ,  $\alpha < 0,05$ ). Mit zunehmender Heckenbreite erhöht sich folglich die relative Luftfeuchtigkeit und, was ebenfalls entscheidend ist, die Schwankungsbreite nimmt ab. Das Vorhandensein von Waldorganismen wird dadurch begünstigt, für die gerade dieser Faktor bei der Habitatbindung eine wesentliche Rolle spielt. Hecken, die eine



**Abbildung 6**

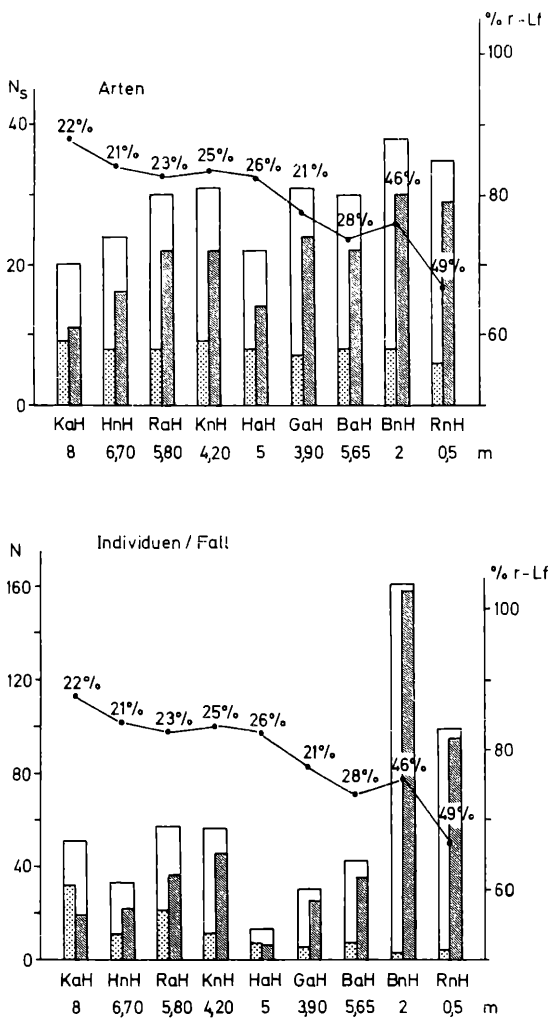
**Gesamtfeldartenzahl ( $N_s$ ) und Gesamtzahl der Feldindividuen ( $N$ /Fälle) der Laufkäfer, aufgetragen nach der Heckenbreite.**

Graphische Darstellung der Regressionsgeraden.  
 $r_s$  = Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman.

Breite von 0,5–2 m besitzen, weisen eine geringe r-Lf und eine hohe Schwankungsbreite auf und werden daher bis auf wenige Individuen zu 96–98 % von Feldarten besiedelt.

### 3.4.4 Isolation

Im vorhergehenden konnte gezeigt werden, daß die Parameter Alter, Breite und Mikroklima für die Zusammensetzung der Biozönose



**Abbildung 7**

**Gesamtartenzahl der Laufkäfer (N<sub>s</sub>) und Gesamtindividuenzahl der Laufkäfer/Fälle (N/Fälle) der alten und neuen Hecken,** aufgetragen nach der Höhe der mittleren relativen Luftfeuchtigkeit (% r-Lf) und deren Schwankungsbreite.

Die Größe der Schwankungsbreite wird durch die Prozentzahlen ausgedrückt.

weiß = Gesamtzahl, punktiert = Waldarten, schraffiert = Feldarten.

· — · = r-Lf

Zusätzlich ist noch die Heckenbreite (m) aufgeführt.

einer Hecke entscheidend sind. Eine weitere Größe, die bei der Besiedlung von Hecken berücksichtigt werden muß, ist die Isolation. Sie stellt einen schwer quantifizierbaren Faktor dar, da nicht nur die bloße Entfernung der naturnahen Biotope voneinander, sondern auch die Art des Umfeldes berücksichtigt werden muß. So können z. B. Straßen und Feldwege mit Bitumendecke eine Ausbreitung von Tierarten erschweren oder verhindern (MADER 1979). Ausgedehnte Monokulturen mit intensiver Bewirtschaftung und der Einsatz von Insektiziden, Herbiziden und Düngemitteln bieten nur noch anpassungs- und widerstandsfähigen Arten Ausbreitungsmöglichkeiten (POHLE 1978).

Diese Barrierewirkung hat für die Carabiden unterschiedliche Bedeutung. Ein Teil der Carabiden ist flugfähig und kann infolgedessen gün-

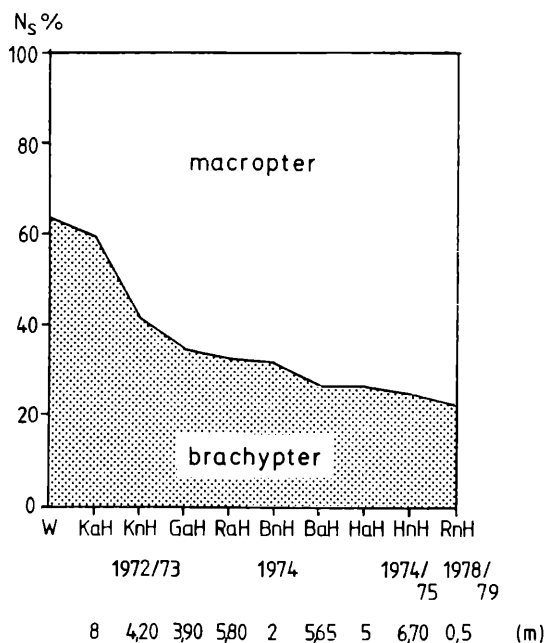
stige ökologische Bereiche leichter aufsuchen und – falls diese günstige Lebensbedingungen aufweisen – dauerhaft besiedeln.

In Abb. 8 ist der Anteil der macropteren und brachypteren Arten der einzelnen Untersuchungsflächen graphisch dargestellt. Dimorphe und macroptere Arten werden als flugfähig betrachtet, ohne daß die Flugfähigkeit im Einzelfall nachgewiesen ist. Mit zunehmendem Alter der Neuanpflanzung sinkt der Anteil der macropteren Arten von 77 % (RnH) auf 58 % (KnH), während dementsprechend der Prozentsatz der flugunfähigen Formen zunimmt. Der Wald und die 8 m breite alte Hecke KaH weisen den höchsten und die schmalste und jüngste Anpflanzung RnH (Breite 0,5 m) den geringsten Prozentsatz an brachypteren Arten auf. Da die Heckenbreite der übrigen Gebiete in der aufgetragenen Reihenfolge sehr schwankend ist, läßt sich eine weitere Abhängigkeit von der Heckenbreite nicht feststellen.

In Abb. 9 ist der Prozentsatz der brachypteren Waldarten in den einzelnen Untersuchungsflächen dargestellt. Gerade für diese flugunfähigen Waldcarabiden ist die Ausbreitung auf weiträumigen Agrarflächen aufgrund ihrer Feuchtigkeits- und Dunkelpräferenz besonders eingengt. Durch diese Bevorzugung für bestimmte klimatische Bedingungen wird verhindert, daß sie sich zu weit vom artengemäßen Lebensraum auf die klimatisch ungünstigen Felder bewegen.

Zwei Faktoren spielen daher für ihre Ausbreitung eine wesentliche Rolle:

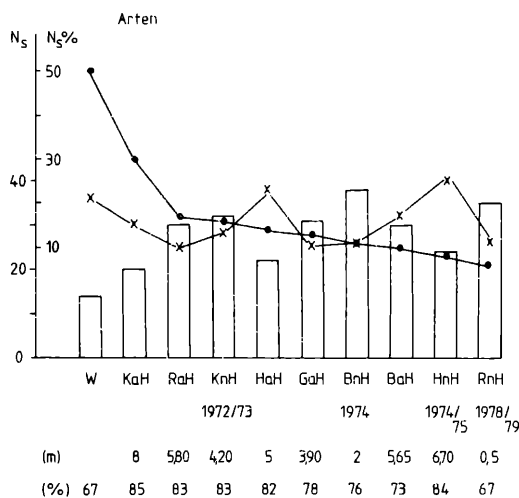
1. die Strukturverarmung des Gebietes (d. h. die Anzahl der naturbelassenen Biotope, die als Trittsteine eine Ausbreitung und einen Austausch erleichtern),



**Abbildung 8**

**Anteil der brachypteren und macropteren Laufkäferarten (N<sub>s</sub> %) der alten und neuen Hecken.**

Außerdem sind das Jahr der Anpflanzung der neuen Hecken und die Breite (m) der einzelnen Gebiete aufgeführt.



**Abbildung 9**

**Gesamtartenzahl der Laufkäfer ( $N_s$ ) der alten und neuen Hecken, aufgetragen nach dem Anteil der brachypteren Waldarten ( $N_s\%$ ).**

weiß = Gesamtzahl

· = Anteil der brachypteren Waldarten

x = Anteil der macropteren Waldarten

Außerdem sind das Jahr der Anpflanzung der neuen Hecken, die Breite (m) und die relative Luftfeuchtigkeit (%) der einzelnen Gebiete aufgeführt.

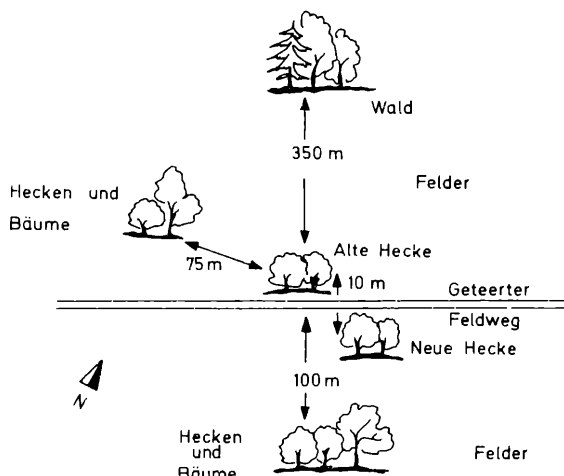
2. die »Lebensfeindlichkeit« des Umfeldes für diese Arten.

Andererseits wirkt sich diese Feuchtigkeits- und Dunkelpräferenz auch auf die Möglichkeit aus, Hecken dauerhaft zu besiedeln.

So ist bei diesen Formen ebenfalls eine Abnahme der brachypteren Waldarten mit dem Alter der Neuanpflanzungen zu erkennen. Darüberhinaus ist ein Zusammenhang zwischen r-Lf und demzufolge auch mit der Heckenbreite festzustellen. So weisen Gebiete mit hoher und gleichmäßiger r-Lf einen großen Anteil an flugunfähigen Waldarten auf.

Im folgenden soll auf 3 Gebiete näher eingegangen werden, anhand derer verdeutlicht wird, daß die umliegenden Landschaftsstrukturen neben der Insellage besonders beachtet werden müssen, die das Übersiedeln von Tieren aus ihrem Lebensraum in einen geeigneten benachbarten Lebensraum ermöglichen oder erschweren bzw. unmöglich machen.

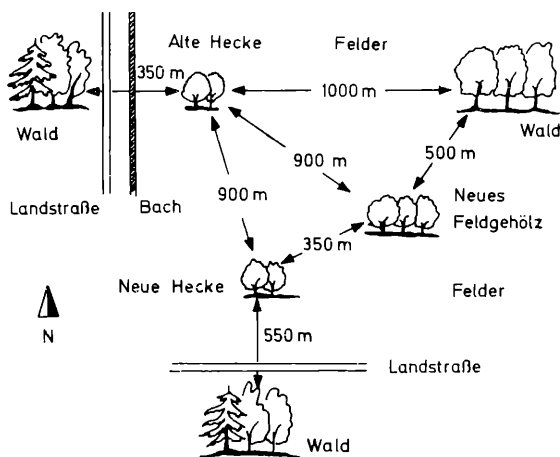
Die Isolationwirkung wird besonders bei einem Vergleich von Rohrbach (Abb. 10) und Berwangen (Abb. 11) deutlich. Rohrbach als nicht flurbereinigtes Gebiet weist noch sehr viele naturbelassene, nahe beieinanderliegende Biotope auf, während Berwangen durch Flurbereinigungsmaßnahmen eine »ausgeräumte« Landschaft darstellt, in der die wenigen naturnahe Biotope kaum auffallen. RnH, die als einreihige Anpflanzung von höchstens 0,5 m Breite mit äußerst ungünstigen klimatischen Bedingungen kaum als Hecke bezeichnet werden kann, weist im Gegensatz zu BnH, welche älter und breiter ist und außerdem etwas günstigere klimatische Verhältnisse zeigt, mehr Waldindividuen auf. Das vermehrte Auftreten von feuchtigkeitsbedürftigen Tieren in RnH ist auf die unmittelbare Umgebung der naturna-



**Abbildung 10**

**Rohrbach:**

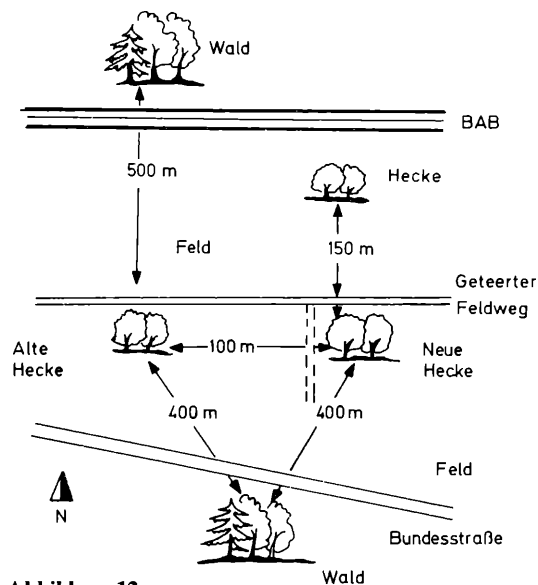
geringe Isolation der neuen Hecke; viele naturnahe Biotope in unmittelbarer Umgebung.



**Abbildung 11**

**Berwangen:**

isolierte Lage durch gravierende Flurbereinigungsmaßnahmen; in unmittelbarer Umgebung der neuen Anpflanzung keine alten, naturnahen Biotope.



**Abbildung 12**

**Kirchart:**

die geringe Distanz von alter und neuer Hecke begünstigt die Besiedlung der Neuanpflanzung; ansonsten isolierte Lage der Anpflanzungen.

hen Biotope zurückzuführen, während BnH durch intensiv bewirtschaftete, weitläufige Flächen von anderen – vor allem auch alten – naturbelassenen Biotopen getrennt liegt. In RnH ist zwar die Lage der Hecke sehr günstig, jedoch macht der spärliche, einreihig angelegte Pflanzenbewuchs eine dauerhafte Besiedlung durch Waldarten unmöglich. In einer Hecke wie BnH z. B., die neben den klimatischen Bedingungen auch eine ungünstige Lage aufweist, haben Arten, die an ein ausgeglichenes Mikroklima gebunden sind, kaum eine Chance, sich anzusiedeln. Das bedeutet, daß schmale und isolierte Hecken für Waldarten, die durch die strenge Bindung an ihren Lebensraum gekennzeichnet sind, kaum eine Bedeutung haben.

Wie wichtig die kurze Distanz zwischen naheliegenden Biotopen in flurbereinigten Gebieten für die Besiedlung einer neuen Hecke ist, zeigt das Beispiel von Kirchart (Abb. 12). Kirchart ist seit 1972 flurbereinigt und auch hier sind die Folgen dieser Maßnahmen auffallend. Alte Hecken sind selten, so daß KaH isoliert liegt. Da KaH aber alle Anforderungen, die für den Aufbau einer Waldartenpopulation Voraussetzung sind, erfüllt, besitzt sie – im Vergleich zu anderen Hecken – eine gut entwickelte Waldbodenfauna. Die kurze Distanz dieser Hecke zu KnH begünstigt eine Besiedlung der neuen Hecke. Es erfolgt ein Austausch, der durch die klimatischen Verhältnisse in KnH noch gefördert wird und sich gerade auch auf eine Besiedlung mit brachypteren Waldarten günstig auswirkt.

#### 4. Schlußbetrachtung

Die anfangs gestellte Frage, ob Hecken die Funktion von Inseln als selbständige Biotope mit einer reichhaltigen Fauna in flurbereinigten Gebieten erfüllen können, muß weitgehend verneint werden, da der Einfluß der umliegenden Landschaftsstruktur in der Artenzusammensetzung der Hecken deutlich spürbar ist. Die Anpflanzungen werden hauptsächlich von Arten der offenen Landschaft besiedelt, also von solchen Tieren, die für sie nicht charakteristisch sind.

Bei richtiger Anlage können Neuanpflanzungen jedoch durchaus Reservoir für tierische Organismen sein und sind dann nicht nur Ziergehölze, die den ästhetischen Bedürfnissen gerecht werden. Eine Hecke, die nur die letztere Aufgabe erfüllt, verfehlt ihre Funktion. In der Agrarlandschaft kommt es auf jede funktionsfähige Hecke an, da schon jetzt die wald- bzw. feuchtigkeitsbedürftigen Arten, die auf den intensiv genutzten und mikroklimatisch ungünstigen Ackerflächen keine Lebensbedingungen finden können, erheblich in den Hintergrund treten und durch kulturbegünstigte und widerstandsfähige Arten ersetzt werden.

Um im ökologischen Sinn funktionstüchtige Hecken zu erhalten, die neben der landschaftspflegerischen Aufgabe auch die Funktion haben, Reservoir für eine artenreiche Fauna zu sein, muß bei der Anlage darauf geachtet werden, daß eine Mindestbreite eingehalten wird.

Da eine Breite von 8 Metern sicherlich nicht immer realisiert werden kann, sollte doch darauf geachtet werden, daß 5 Meter nicht unterschritten werden. Hecken von 0,5–2 m Breite bieten fast ausschließlich Feldtieren Lebensmöglichkeiten und werden daher ihrer Funktion als Inselbiotope nicht gerecht.

Die Isolation stellt einen für die Besiedlung einer Hecke wesentlichen Faktor dar. Eine Hecke, die zwar die mikroklimatischen Voraussetzungen erfüllt, aber völlig isoliert in der Agrarlandschaft liegt, kann nur sehr schwer von flugunfähigen, feuchtigkeitsbedürftigen Arten besiedelt werden. Es ist daher notwendig, ein Muster von funktionsfähigen Hecken zu errichten, wobei ein Abstand von 200 m eingehalten werden sollte. Außerdem sollen neu angelegte Heckengruppen mit alten Anpflanzungen oder Wäldern in Verbindung stehen, so daß die Besiedlung und der Standortwechsel der Tiere begünstigt wird und eine schnelle ökologische Bereicherung stattfinden kann.

#### 5. Zusammenfassung

In 5 Kraichgaugemeinden wurden unterschiedlich alte neue Hecken und alte Hecken anhand der Carabidenfauna verglichen. Neben den Hecken wurden ein Wald und die angrenzenden Felder zum Vergleich in die Untersuchungen mit einbezogen. Es stand vor allem die Frage im Vordergrund, inwieweit die Anpflanzungen ihrer Funktion als Inselbiotope – d. h. als selbständige Biotope mit einer reichhaltigen Biozönose – gerecht werden und inwieweit sie ein Refugium für solche Arten darstellen können, die sonst in der heutigen, durch gravierende Flurbereinigungsmaßnahmen geprägten Kulturlandschaft, keine Lebensmöglichkeiten mehr finden können. Außerdem sollte untersucht werden, welche Faktoren die Besiedlung von Hecken hemmen bzw. begünstigen. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Obwohl die alten Hecken sich durch eine größere Artenmannigfaltigkeit auszeichnen und mehr feuchtigkeitsliebenden Arten Lebensmöglichkeiten bieten als die neuen Hecken, überwiegen auch hier die Arten der offenen Landschaft. Die Diversitäts- und Evenness-Werte verdeutlichen diese Tatsache. Der Faunenvergleich mit Hilfe der Berechnungen von  $Q_s$  und H-diff. macht ebenfalls deutlich, wie sehr die beiden Saumbiozönosen von Arten der offenen Landschaft besiedelt und aus diesem Grund den Feldern ähnlicher als dem Wald sind.

2. Es wurde eine positive Korrelation zwischen Heckenbreite, relativer Luftfeuchtigkeit und Zahl der Waldarten bzw. -individuen festgestellt. Mit Zunahme dieser Größen und auch mit dem Alter der Hecken erhöht sich für die Waldarten die Möglichkeit, eine Hecke dauerhaft zu besiedeln, da gerade diese Arten an eine hohe, gleichmäßige Luftfeuchtigkeit gebunden sind. Ab einer Heckenbreite von 8 m (KaH) stellt sich ein ausgewogenes Verhältnis von Wald- und Feldfauna ein. Für zukünftige Neuanpflanzungen wird daher eine Mindestbreite



von 5 m, besser 8 m, gefordert. Hecken von 0,5–2 m Breite (RnH, BnH) bieten fast ausschließlich Feldtieren Lebensmöglichkeiten und können daher ihre Funktion als Inselbiotope nicht erfüllen.

3. Isolierte Hecken können von Waldarten nur schwer besiedelt werden. Ein engmaschiges Muster von Hecken (200 m Abstand) ist Voraussetzung dafür, daß auch diese Carabidenarten sich in der Kulturlandschaft ausbreiten können.

## Summary

The carabid beetle fauna of new and old hedges were investigated in the Kraichgau near Heidelberg and compared with those of adjacent fields and forests.

The most important question was whether new planted hedges were already independent biotops. It was explored whether forest-inhabiting species are able to live in new hedges and which factors influence the colonization of new hedges by these carabid species.

## Results:

1. Field species are dominant in old and new hedges. Species diversity is highest in old hedges. Similarity in species composition in carabids as measured by MacArthur's »H–diff« and the Quotient of Similarity ( $Q_s$ ) is high between hedges and fields, but low between hedges and forest.

2. Width of hedges and relative air moisture are significantly correlated with number of forest species and individuals. Increasing width, moisture and age of hedges improve the conditions for forest-inhabiting species. A width of 8 m and more is necessary to maintain a well balanced proportion of forest and field species. The minimal width of new hedges therefore should be at least 5 m. Only fieldinhabiting carabids were found in small hedges with a width of 0,5–2 m. These hedges therefore cannot be regarded as independent habitat islands.

3. Colonization of new planted, isolated hedges by forest species is difficult. Only a distance between hedges of 200 m and less enables spreading of those carabids in agricultural areas.

## 6. Literaturverzeichnis

BAEHR, M. (1980):  
Die Carabidae des Schönbuchs bei Tübingen. – Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 51/52 (2), 515–600.

BALOGH, J. (1958):  
Lebensgemeinschaften der Landtiere. – Berlin, Budapest.

BECKER, J. (1975):  
Art und Ursachen der Habitatbindung von Bodenarthropoden xerothermer Standorte in

der Eifel. – Beitr. Landespfl. Rhld.-Pfalz 4, 89–140.

GEILER, H. (1964):  
Zur Aktivität und Dispersion der Carabiden in Fichtenforsten des Tharandter Waldes. – Faun. Abh. Mus. Tierk., Dresden 5, 1–71.

LAUTERBACH, A. W. (1964):  
Verbreitungs- und aktivitätsbestimmende Faktoren bei Carabiden in sauerländischen Wäldern. – Abh. Landesmuseum Naturkd. Münster/Westf. 26 Jg. H 4, 5–103.

LINDER, A. & BERCHTOLD, W. (1979):  
Elementare statistische Methoden. – UTB, Birkhäuser Verlag.

LINDROTH, C. (1949):  
Die fennoskandischen Carabidae. – Kungl. Vet. Vitterh. Samh. Handl. Ser. Bd. 4, allgemeiner Teil.

MacARTHUR, R. H. (1965):  
Patterns of species diversity. – Biol. Rev. 40 (1), 510–533.

MADER, H. J. (1979):  
Die Isolationswirkung von Verkehrsstraßen auf Tierpopulationen, untersucht am Beispiel von Arthropoden und Kleinsäugetern der Waldbiozönose. – Schriftenr. f. Landschaftspfl. und Natursch., H 19.

MADER, H. J. & MÜHLENBERG, M. (1981):  
Artenzusammensetzung und Ressourcenangebot einer kleinflächigen Habitatinsel, untersucht am Beispiel der Carabidenfauna. – Pedobiologia 21, 46–59.

MÜHLENBERG, M. (1979):  
Freilandökologie. – UTB, Quelle & Meyer.

NEUMANN, U. (1971):  
Die Sukzession der Bodenfauna in den forstlich rekultivierten Gebieten des rheinischen Braunkohlenreviers. – Pedobiol. Bd. 11, 193–226.

PAUER, R. (1975):  
Zur Ausbreitung der Carabiden in der Agrarlandschaft, unter besonderer Berücksichtigung der Grenzbereiche verschiedener Feldkulturen. – Z. angew. Zool. 62, 457–489.

POHLE, A. (1978):  
Ökologische Bedeutung von Hecken und Wallhecken. – Mitt. d. Landesanstalt f. ökol. Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Nordrh.-Westf. 3, H 10, 249–262.

SHANNON, C. E. (1948):  
The mathematical theory of communication. – in: SHANNON, C. E. and WEAVER, W.: The mathematical theory of communication. – Univ. Illinois Press, Urbana.

SØRENSEN, T. (1948):  
A methode of establishing groups of equal

amplitude in plant sociology based on similarity of species content. – Vidensk. Selsk. Biol. Skr. 5, 4.

THIELE, H. U. (1956):  
Die Tiergesellschaften der Bodenstreu in den verschiedenen Waldtypen des Niederbergischen Landes. – Z. angew. Entom. 39, 316–367.

-- (1964 a):  
Experimentelle Untersuchungen über die Ursachen der Biotopbindung bei Carabiden. – Z. Morph. Ökol. Tiere 53, 387–452.

-- (1964 b):  
Ökologische Untersuchungen an bodenbewohnenden Coleopteren einer Heckenlandschaft. – Z. Morph. Ökol. Tiere 53, 537–586.

-- (1968):  
Was bindet Laufkäfer an ihre Lebensräume? – Naturw. Rundschau 21, 57–65.

-- (1969):  
Zusammenhänge zwischen Tagesrhythmik und Habitatbindung bei Carabiden. – Oecologia 3, 227–229.

-- (1973):  
Physiologisch – ökologische Studien an Laufkäfern zur Kausalanalyse ihrer Habitatbindung. – Verh. Ges. Ökol. Saarbrücken, Sonderdruck, 39–53.

-- (1977):  
Carabid beetles in their environment. – Zoo-physiol. Ecol. 10, Springer Verlag.

THIELE, H. U. & KOLBE, W. (1962):  
Beziehungen zwischen bodenbewohnenden Käfern und Pflanzengesellschaften in Wäldern. – Pedobiol. Bd. 1, 157–173.

THIELE, H. U. & LEHMANN, H. (1967):  
Analyse und Synthese im tierökologischen Experiment. – Z. Morph. Tiere 58, 373–380.

THIELE, H. U. & WEBER, F. (1968):  
Tagesrhythmen der Aktivität bei Carabiden. – Oecologia 1, 315–355.

TIETZE, F. (1973):  
Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer des Gründlandes im Süden der DDR. Teil I–IV. – Hercynia N. F. Leipzig 10, 3–76, 111–126, 243–263, 337–365.

-- (1974):  
Zur Ökologie, Soziologie und Phänologie der Laufkäfer des Gründlandes im Süden der DDR. Teil V. – Hercynia N. F. Leipzig 11, 47–68.

TISCHLER, W. (1948):  
Biozönotische Untersuchungen an Wallhecken. – Zool. Jb. 77, 283–400.

-- ((1950):  
Vergleichende-biozönotische Untersuchungen an Waldrand und Feldhecke. – Zool. Anz. Erg. band zu Bd. 145, 1000–1015.

-- (1958):  
Synökologische Untersuchungen an der Fauna der Felder und Feldgehölze. – Z. Morph. Ökol. Tiere 47, 54–114.

-- (1980):  
Biologie der Kulturlandschaft. – Gustav Fischer Verlag.

**Anschrift der Verfasserin:**  
Dr. Beatrix Spreier  
Zoologisches Institut  
der Universität Heidelberg  
– Morphologie/Ökologie –  
Im Neuenheimer Feld 230  
D-6900 Heidelberg

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: [7\\_1984](#)

Autor(en)/Author(s): Spreier Beatrix

Artikel/Article: [Hecken in Flurbereinigungsgebieten als Inselbiotope 39-48](#)